


Device for distance measurement (range finding)

Patent Number: DE4303804
Publication date: 1994-08-18
Inventor(s): HERMANN WALTER DR RER NAT (DE); MOLL GEORG DIPL ING (DE)
Applicant(s): LEUZE ELECTRONIC GMBH & CO (DE)
Requested Patent: ☐ DE4303804
Application Number: DE19934303804 19930210
Priority Number(s): DE19934303804 19930210
IPC Classification: G01S17/36; G01S17/88
EC Classification: G01S17/36
Equivalents:

Abstract

In the case of known devices of this type, the distance measurement is carried out by means of the phase measurement principle using an optical sensor system. The transmitted light beam which is emitted by a laser is in this case amplitude modulated at two different modulation frequencies. It is disadvantageous in this case that the transmitted light intensity and thus the signal to noise ratio are greatly reduced by impressing two modulation frequencies onto the transmitted light beam. In the case of the device 1 according to the invention, the modulation of the transmitted light beam 4 with the modulation frequencies is carried out separately in time. An object is measured by the transmitted light beams 4, which are modulated at the two modulation frequencies, successively. The two measurements (measured values) are compared in an evaluation unit 14 in order to determine the distance of the object from the device 1. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 03 804 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 S 17/36
G 01 S 17/88

⑳ Aktenzeichen: P 43 03 804.2
㉑ Anmeldetag: 10. 2. 93
㉒ Offenlegungstag: 18. 8. 94

DE 43 03 804 A 1

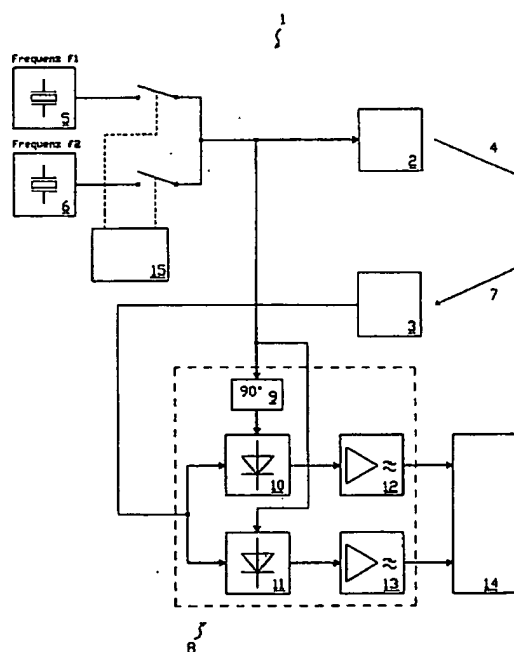
㉗ Anmelder:
Leuze Electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

㉘ Erfinder:
Hermann, Walter, Dr.rer.nat., 8011 Kirchseeon, DE;
Moll, Georg, Dipl.-Ing., 7447 Aichtal, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Einrichtung zur Entfernungsmessung

⑤⑦ Bei bekannten Einrichtungen dieser Art erfolgt die Entfernungsmessung mit einem optischen Sensorsystem mittels des Phasenmeßprinzips. Der von einem Laser emittierte Sendelichtstrahl wird dabei mit zwei verschiedenen Modulationsfrequenzen amplitudenmoduliert. Nachteilig hierbei ist, daß durch das Aufprägen zweier Modulationsfrequenzen auf den Sendelichtstrahl die Sendelichtintensität und damit das Signal/Rauschverhältnis stark herabgesetzt wird. Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung 1 erfolgt die Modulation des Sendelichtstrahls 4 mit den Modulationsfrequenzen zeitlich getrennt. Ein Objekt wird mit den beiden Modulationsfrequenzen modulierten Sendelichtstrahlen 4 nacheinander vermessen. Die beiden Meßwerte werden in einer Auswerteeinheit 14 zur Ermittlung der Entfernung des Objekts zur Einrichtung 1 verglichen.



DE 43 03 804 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Entfernungsmessung mit einem Sendelicht emittierenden Laser, dessen Sendelichtstrahl mit zwei vorgegebenen Modulationsfrequenzen amplitudenmoduliert ist, sowie mit einem Empfänger und einem Phasendetektor zur Ermittlung der Phasendifferenz des Sendelichtstrahls und des von einem Objekt reflektierten Empfangslichtstrahls.

Eine Einrichtung dieser Art ist aus der DE-PS 40 27 990 bekannt. Zur Bestimmung der Distanz eines Objekts zur Einrichtung wird der Phasenwinkel zwischen dem Sendelichtstrahl und dem vom Objekt reflektierten Empfangslichtstrahl ausgewertet. Innerhalb des Winkelbereichs zwischen 0° und 360° ist der Phasenwinkel proportional zur Entfernung des Objekts von der Einrichtung. Sobald dieser Winkelbereich überschritten wird, können die Phasenwinkel nicht mehr eindeutig einem Entfernungswert zugeordnet werden. Bei der Verwendung einer Modulationsfrequenz zur Modulation des Sendelichtstrahls ist der Meßbereich demnach auf den Bereich einer Wellenlänge der Modulationsfrequenz beschränkt.

Zur Erweiterung des Meßbereichs der Einrichtung wird der mit einer Modulationsfrequenz modulierte Sendelichtstrahl für die Dauer einer bestimmten Anzahl von Perioden unterbrochen.

Nachteilig hierbei ist, daß durch das Aufprägen der zweiten Modulationsfrequenz die über die Dauer der beiden Intervalle gemittelte Sendelichtintensität reduziert wird. Dies führt insbesondere bei schnellen Meßvorgängen, bei denen der Sendelichtstrahl nur über wenige Perioden der Modulationsfrequenz ausgewertet werden kann, zu einer erheblichen Verminderung des Signal/Rauschverhältnisses. Dies kann dazu führen, daß insbesondere Objekte, deren Oberflächen das Sendelicht nur zu einem geringen Anteil reflektieren, nicht mehr vermessen werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßbereichserweiterung der Phasemessung zu erzielen, die eine möglichst hohe Meßempfindlichkeit gewährleistet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Modulationen mit den jeweiligen Modulationsfrequenzen in vorgegebenen Intervallen zeitlich getrennt erfolgen, und daß zur Ermittlung der Distanz eines Objektes zur Einrichtung das Objekt mit beiden Modulationsfrequenzen vermessen wird.

Dabei werden vorzugsweise die mit den unterschiedlichen Modulationsfrequenzen ermittelten Entfernungswerte für ein Objekt in einer Auswerteeinheit miteinander verglichen.

Der Vorteil dieser Einrichtung besteht darin, daß der Sendelichtstrahl jeweils nur mit einer Modulationsfrequenz moduliert ist und somit die hohe Signalamplitude in beiden Intervallen gleichbleibend hoch ist. Das Signal/Rauschverhältnis ist dadurch gegenüber einem mit zwei Modulationsfrequenzen modulierten Sendelichtstrahl verbessert.

Jedes Meßobjekt wird zur Bestimmung der Entfernung zur Vorrichtung nacheinander mit beiden Modulationsfrequenzen vermessen. Damit der Entfernungswert korrekt ermittelt wird, darf sich die Position des Objekts zur Vorrichtung während der beiden Einzelmessungen nicht wesentlich ändern. Hierzu ist die Folgefrequenz der Intervalle vorzugsweise wesentlich größer als die

Folgefrequenz verschiedener Distanzen von Objekten zur Einrichtung. Je nach Anwendungsfall können die Größen der Intervalle an die maximalen Geschwindigkeiten der Objekte angepaßt sein.

Bei der Verwendung einer Modulationsfrequenz zur Modulation des Sendelichtstrahls ist der Meßbereich auf eine Wellenlänge begrenzt. Eine Vermessung weiter entfernt angeordneter Meßobjekte ist prinzipiell nicht möglich, da sich die Entfernungssignale mit der Periode der Modulationsfrequenz identisch wiederholen.

Durch die Verwendung zweier Modulationsfrequenzen kann der Meßbereich auf das kleinste gemeinsame Vielfache der beiden Wellenlängen erhöht werden. In diesem Meßbereich wird für jede Entfernung ein eindeutiges Entfernungssignal erhalten.

Bei der erfindungsgemäßen Einrichtung ergibt sich die Eindeutigkeit des Entfernungssignals durch den Vergleich der einzelnen Signale, die mit dem jeweils mit einer Modulationsfrequenz modulierten Sendelichtstrahl erhalten werden.

Vorteilhafterweise sind die Beträge der Modulationsfrequenzen teilerfremde Zahlen gleicher Größenordnung. Auf diese Weise wird der Meßbereich besonders stark erweitert.

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann vorzugsweise zur Ortung von Hindernissen eingesetzt werden. Hierzu ist zweckmäßigerweise der Einrichtung zur Entfernungsmessung eine Ablenkvorrichtung vorgeschaltet, die den Sendelichtstrahl entlang einer Bahn über einen vorgegebenen Raumbereich führt. Um eine kontinuierliche Ortung zu gewährleisten, wird zweckmäßigerweise die Ablenkung des Sendelichtstrahls periodisch wiederholt. Dabei wird für aufeinanderfolgende Ablenkungen abwechselungsweise jeweils eine der beiden Modulationsfrequenzen zur Modulation des Sendelichtstrahls verwendet. Vorzugsweise ist die Geschwindigkeit der Ablenkvorrichtung so groß gewählt, daß die Position eines Objekts während zwei aufeinanderfolgender Ablenkungen im wesentlichen unverändert ist.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 5 und 6 charakterisiert.

Die Erfindung wird im nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Einrichtung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der mit jeweils einer Modulationsfrequenz ermittelten Entfernungswerte,

Fig. 3 ein Blockschaltbild der Schaltvorrichtung zum Umschalten der Modulationsfrequenzen.

In Fig. 1 ist die Einrichtung 1 zur Entfernungsmessung schematisch dargestellt. Die Einrichtung 1 ist als optisches Sensorsystem ausgebildet, wobei als Sender 2 ein modulierter Dauerstrich-Laser verwendet wird. Als Empfänger 3 kann vorzugsweise eine Fotodiode verwendet werden.

Die Entfernungsmessung erfolgt mit Hilfe der Phasemessung. Hierzu wird der Sendelichtstrahl 4 über einen Oszillator 5 bzw. 6 mit der Frequenz f_1 bzw. f_2 amplitudenmoduliert. Zur Bestimmung der Entfernung eines in den Zeichnungen nicht dargestellten Objekts zur Einrichtung 1 wird die Phasendifferenz zwischen dem Sendelichtstrahl 4 und dem vom Objekt reflektierten Empfangslichtstrahl 7 gemessen und in einen Entfernungswert X_1 bzw. X_2 umgerechnet.

Dem Empfänger 3 ist ein Phasendetektor 8 nachge-

schaltet. Dort wird das von dem Oszillator 5 bzw. 6 zum Sender 2 geführten Sendesignal und das am Ausgang des Empfängers 3 anstehende Empfangssignal in Signale umgesetzt, die die Phasendifferenz zwischen Sendesignal und Empfangssignal enthalten.

Die Signale enthalten einen Faktor, der die Phasendifferenz enthält, sowie einen Amplitudenfaktor, der ein Maß für die Empfangslichtintensität ist.

Zur Elimination der Amplitudenfaktoren wird das Empfangssignal den phasenempfindlichen Gleichrichtern 10, 11 mit jeweils einem nachgeschalteten Tiefpaß 12, 13 zugeführt, wobei die Gleichrichter 10, 11 über einen Phasenschieber 9 um $\pi/2$ phasenversetzt sind.

An den Ausgängen der Tiefpässe 12, 13 liegen Signale der Form $A \sin \Delta\phi$ und $A \cos \Delta\phi$ an, wobei A den Amplitudenfaktor und $\Delta\phi$ die Phasendifferenz von Sendesignal und Empfangssignal darstellt. In der Auswerteeinheit 14 wird der Quotient $\tan \Delta\phi$ der beiden Signale gebildet, wodurch der Amplitudenfaktor A eliminiert wird.

Über die Schaltvorrichtung 15 wird jeweils einer der beiden Oszillatoren 5 oder 6 aktiviert, so daß der Sendelichtstrahl 4 entweder mit der Frequenz f_1 oder f_2 moduliert ist.

Fig. 2 zeigt die im Bereich von $0-2\pi$ zur Phasendifferenz Δ (proportionalen Entfernungswerte X_1 und X_2 , die mit einem mit der Frequenz f_1 bzw. f_2 modulierten Sendelichtstrahl 4 für ein Objekt ermittelt wurden. Die Entfernungswerte X_1 und X_2 weisen jeweils die den Frequenzen f_1 und f_2 entsprechenden Periodizitäten auf. Die Wiederholrate beim Umschalten der Modulationsfrequenzen ist dabei so groß gewählt, daß sich die Entfernung des Objekts zur Einrichtung 1 zwischen zwei Umschaltungen nicht wesentlich ändert. Demzufolge können zwei mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen ermittelte Entfernungswerte X_1 und X_2 zur Ermittlung der Distanz des Objekts von der Einrichtung 1 herangezogen werden. Da die Entfernungswerte proportional zur Phasendifferenz $\Delta\phi$ sind, ergibt sich durch den Vergleich der Entfernungswerte X_1 und X_2 ein eindeutiger Distanzwert in einem Meßbereich, der durch das kleinste gemeinsame Vielfache der Wellenlängen der beiden Modulationsfrequenzen gegeben ist.

Fig. 3 zeigt eine zweckmäßige Ausgestaltung der Schaltvorrichtung 15. Die Schaltvorrichtung 15 besteht im wesentlichen aus vier NOR-Gattern 16, 17, 18, 19. Die Gatter 16, 18 sind mit den Oszillatoren 5 und 6 für die Frequenzen f_1 und f_2 verknüpft. Über den Anschluß "Frequenzwahl" und das Gatter 17 erfolgt die Auswahl einer der Frequenzen f_1 oder f_2 zur Modulation des Sendelichtstrahls 4.

Liegt am Anschluß "Frequenzwahl" der Bitwert 0 an, so liegt am Ausgang des Gatters 18 der Bitwert 0, so daß am Ausgang des Gatters 19 die Frequenz f_1 ansteht. Zur Aktivierung der Frequenz f_2 wird der Anschluß "Frequenzwahl" auf den Bitwert 1 gesetzt. Dementsprechend liegt am Ausgängen der Gatter 16 der Bitwerte 0 an.

lichtstrahls, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulationen mit den jeweiligen Modulationsfrequenzen in vorgegebenen Intervallen zeitlich getrennt erfolgen, und daß zur Ermittlung der Distanz eines Objekts zur Einrichtung (1) das Objekt mit beiden Modulationsfrequenzen vermessen wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen ermittelten Entfernungswerte für ein Objekt in einer Auswerteeinheit 14 miteinander verglichen werden.

3. Einrichtung Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Folgefrequenz der Intervalle größer ist als die Folgefrequenz verschiedener Distanzen von Objekten zur Einrichtung (1).

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Beträge der Modulationsfrequenzen teilerfremde Zahlen gleicher Größenordnung sind.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Oszillatoren (5, 6) zur Erzeugung der Modulationsfrequenzen abwechselnd über eine Schaltvorrichtung (15) aktivierbar sind.

6. Einrichtung nach einen der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß der Phasendetektor (9) aus zwei phasenempfindlichen Gleichrichtern (10, 11) besteht, von denen jeweils einer um 0° und 90° phasenversetzt zur Modulationsfrequenz des Lasers angesteuert wird.

7. Verfahren zur Ortung von Hindernissen, dadurch gekennzeichnet, daß der Einrichtung (1) zur Entfernungsmessung eine Ablenkvorrichtung vorgeschaltet ist, die den Sendelichtstrahl (4) entlang einer Bahn über einen vorgegebenen Raumbereich führt, wobei die Ablenkung des Sendelichtstrahls (4) periodisch wiederholt wird, und wobei für aufeinanderfolgende Ablenkungen abwechselungsweise jeweils eine der beiden Modulationsfrequenzen zur Modulation des Sendelichtstrahls (4) verwendet wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Entfernungsmessung mit einem Sendelicht emittierenden Laser, dessen Sendelichtstrahl mit zwei vorgegebenen Modulationsfrequenzen amplitudenmoduliert ist, sowie mit einem Empfänger und einem Phasendetektor zur Ermittlung der Phasendifferenz des Sendelichtstrahls und des von einem Objekt reflektierten Empfangs-

Fig.1

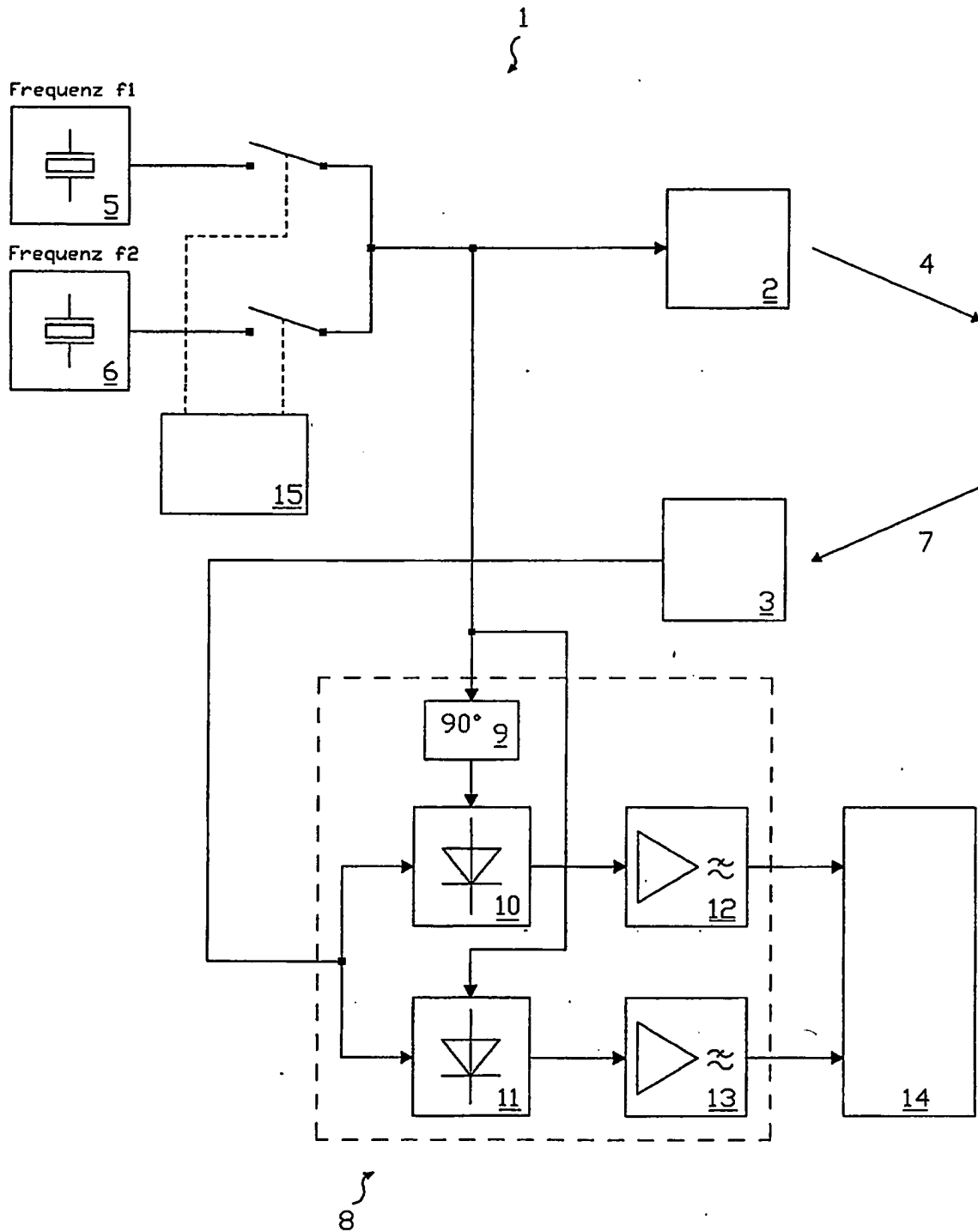
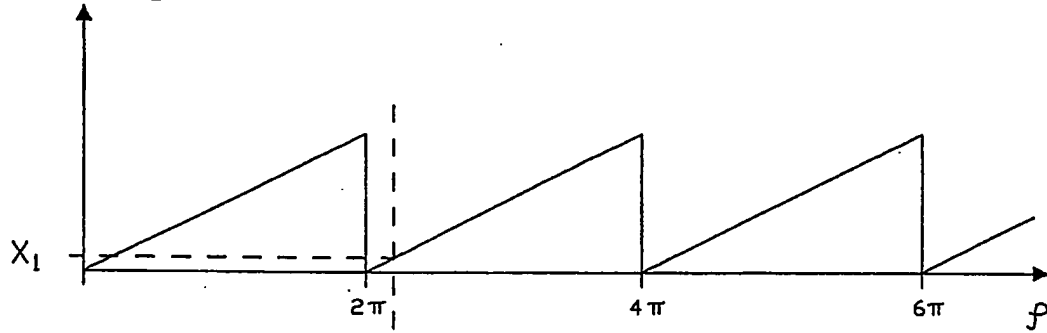


Fig.2

Entfernungswert X_1



Entfernungswert X_2

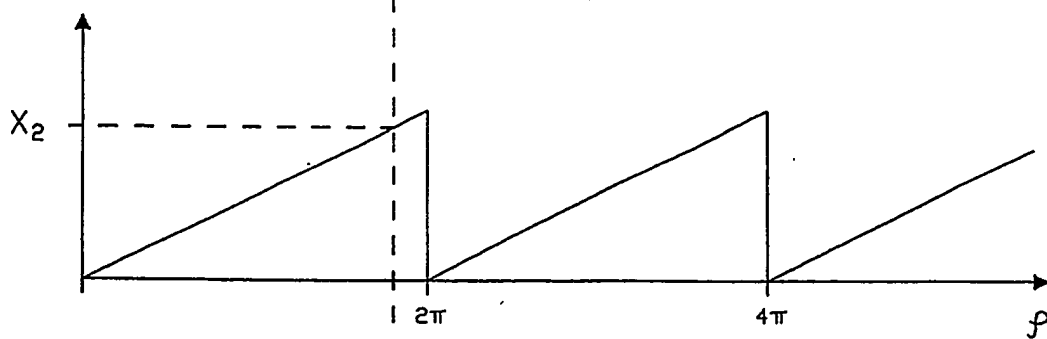


Fig.3

